



E/CONF.39/L/159

23 Oct.1962

ORIGINAL : RUSSIAN

**КОНФЕРЕНЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ
ПО ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ НАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
ДЛЯ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ МЕНЕЕ РАЗВИТЫХ РАЙОНОВ**

ПУНКТ ПОВЕСТКИ ДНЯ: А.4.3.2

СССР

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
В МЕНЕЕ РАЗВИТЫХ РАЙОНАХ**

Составили Юрий КОРЯКИН, кандидат технических наук и
Владимир ШМЕЛЕВ, инженер

Документы, составленные для Конференции Организации Объединенных Наций по вопросу о применении научных и технических знаний для удовлетворения потребностей менее развитых районов, служат в качестве рабочих документов для этой Конференции. Они опубликованы в том виде, в каком были представлены их составителями, и их содержание и выраженные в них мнения принадлежат их составителям (см. примечания на оборотной стороне).

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Документы, включенные в число материалов, принятых для обсуждения на общих сессиях, будут в распоряжении делегатов Конференции на следующих официальных языках Организации Объединенных Наций: русском, английском, испанском и французском.
2. Документы, включенные в число материалов, принятых для обсуждения на специализированных сессиях, будут в распоряжении делегатов Конференции только на одном из этих официальных языков.
3. Резюме всех документов в том виде, в каком они были представлены их составителями, будут в распоряжении делегатов Конференции на следующих официальных языках Организации Объединенных Наций: русском, английском, испанском и французском.
4. До открытия Конференции документы и резюме не будут выпущены для общего распространения. Они будут опубликованы заблаговременно только в ограниченном числе экземпляров и исключительно для правительственных делегаций и других правомочных участников. Последующие опубликование и рассылка трудов Конференции будут обеспечены в соответствии с практикой Организации Объединенных Наций, как это установлено ее Издательским комитетом.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МЕНЕЕ РАЗВИТЫХ РАЙОНАХ

Дрий Корякин - кандидат технических наук,
Владимир Шмелев - инженер.

1. Хорошо известно, что уровень и темпы развития энергетики в любой стране и, в первую очередь, производства электроэнергии характеризуют и определяют уровень и темпы развития всех остальных отраслей хозяйства страны. Другими словами, имеется прямая связь между производством электроэнергии и величиной национального дохода на душу населения; энергетическое строительство является основным стержнем хозяйственного строительства.

2. Естественно, что ориентация на тот или иной способ получения электроэнергии в данном географическом районе, выяснение вопроса о том, какой источник энергии является наиболее предпочтительным, зависят от конкретных местных условий. Выбор оптимального варианта энергоснабжения данного района определяется в результате анализа ряда конкурирующих факторов, характеризующих различные экономические аспекты строительства электростанции того или иного типа.

3. В настоящее время энергетика, основанная на использовании органического топлива или гидроэнергоресурсов, начинает дополняться ядерной энергетикой, основанной на делении тяжелых ядер. Следует отметить, что, как это будет показано ниже, каждый из вышеупомянутых источников энергии в силу своих качественных особенностей оказывает влияние на размещение и развитие производительных сил страны.

4. Оглядываясь на путь, пройденный ядерной энергетикой за 8 лет ее развития с момента пуска в 1954 г. Первой советской атомной электростанции, путь, полный различных мнений и прогнозов, как оптимистичных, так и пессимистичных относительно ее перспектив, нельзя не видеть, что объективно развитие ядерной энергетики во всем мире за этот период шло довольно интенсивно.

5. Если в 1954 году действовала только советская атомная электростанция мощностью всего 5 тыс. квт, то в настоящее время во всем мире действуют 24 атомных электростанции общей мощностью 1,4 млн. квт и строятся 26 атомных электростанций на общую мощность 4,8 млн. квт. Ожидается, что в 1980 году количество атомных энергетических мощностей превысит 100 млн. квт.

6. Кривая роста мощностей атомных электростанций представлена на рис. 1. Обычная энергетика развивалась за последние десятилетия с удвоением мощностей в среднем за каждые 10 лет; в то же время ядерная энергетика за 8 лет своего существования развивалась с темпом удвоения своих мощностей в 1 год, т.е. в 10 раз быстрее.

7. Очевидно, что столь высокий темп роста мощностей ядерной энергетики объясняется не только заинтересованностью в ее развитии, но и главным образом существенно меньшим, чем у обычной энергетики абсолютным значением ее мощностей. С их абсолютным увеличением темп прироста, естественно, должен замедляться, что и подтверждается намеченными к вводу мощностями атомных электростанций на период до 1980 г. Так на период с 1962 г. по 1970 г. время удвоения мощностей составляет уже 2 года, а с 1970 по 1980 г. - 4,3 года, т.е. существенно замедляется.

8. Рассматривая кривую роста мощностей ядерной энергетики, можно заметить две характерные закономерности, которые представляют собой две стороны одного и того же процесса: во-первых, единичные мощности реакторов атомных электростанций, вводимых в строй в первые годы развития ядерной энергетики /с 1954 по 1960 г./, сравнительно малы, а, во-вторых, разнообразие типов, используемых ядерных реакторов сравнительно велико. За период с 1954 г. по 1960 г. было введено в строй 15 энергетических реакторов семи различных типов, причем средняя электрическая мощность реакторов за этот период составила 30 Мвт.

9. В то же время за следующие 6 лет /с 1960 по 1966 г./ количество вводимых в строй реакторов составит примерно 60, но уже 10 различных типов, однако 7 из них являются повторениями или модификациями типов периода 1954-1960 годов. Средняя электрическая мощность реактора уже составляет 185 Мвт.

10. Эти данные говорят о том, что ядерная энергетика с начала своего развития, т.е. с 1954 г. до, примерно, 1960 г. переживала период поисков наилучших типов реакторов и доказательства в различных странах возможности инженерного осуществления энергетического использования цепной реакции. Другими словами, этот период является периодом создания небольших экспериментальных прототипов атомных электростанций, которые рассматриваются как основы или инженерно-промышленный "задел" для последующего и уже промышленного использования ядерной энергетики. В настоящее время ядерная энергетика вступила именно в этот период, поскольку спит первых лет эксплуатации ряда опытных атомных электростанций в различных странах мира показал, что атомные электростанции являются надежными и безопасными источниками электроэнергии.

11. Естественно, что заинтересованность в промышленном использовании ядерной энергетики и масштабы ее применения в любой стране могут быть достаточно большими только в том случае, если экономические показатели атомных электростанций не будут уступать экономическим показателям обычных электростанций и, в первую очередь, тепловых электростанций.

12. Период, который переживает в настоящее время ядерная энергетика, является периодом доказательства возможности экономичного производства "ядерной" электроэнергии. Этот период характеризуется рядом закономерностей.

стей и мероприятий, которые в конечном итоге проявляются в неуклонном стремлении обеспечить экономическую рентабельность атомных электростанций.

13. В этом отношении ядерная энергетика имеет ряд несомненных успехов. СНИ говорит о том, что достижение стоимости электроэнергии и удельных капиталовложений, не уступающих аналогичным показателям обычных, даже наиболее экономичных, тепловых электростанций, дело вполне осуществимое в течение ближайших лет.

14. Если рассматривать с общих позиций экономические показатели построенных атомных электростанций, то они, как правило, оказались в 1,5-2 раза дороже, чем тепловые электростанции аналогичной мощности. Это объясняется главным образом несерийностью и нестандартностью оборудования станций, когда естественно велики затраты на освоение выпуска нового оборудования и на проведение обширных экспериментальных исследований и проектных работ. Понятно, что при переходе на серийное изготовление оборудования, с развитием стандартизации типов и проектов атомных электростанций их экономические показатели будут существенно улучшаться.

15. Проводимый в ряде стран технико-экономический анализ состояния, темпов и перспектив усовершенствования различных типов мощных реакторов показывает, что экономическая рентабельность атомных электростанций будет достигнута, примерно, к 1970 году.

16. Следует, конечно, иметь в виду, что постепенно темп улучшения экономических показателей ядерной энергетики замедлится. Однако несомненно, что в течение предвидимого промежутка времени во всяком случае на период до 1980 г. он будет выше, чем у обычной энергетики, имеющей "возраст" более 80 лет. Таким образом имеются все основания утверждать, что уже в следующем десятилетии ядерная энергетика не будет испытывать со стороны экономики ограничений для широкого промышленного использования во многих районах земного шара.

17. Все вышесказанное приводит к выводу, что развитие ядерной энергетики неизбежно и доля ее в общем энергобалансе стран будет неуклонно возрастать.

Рассмотрим теперь некоторые качественные особенности ядерной энергетики.

18. Известно, что крупные тепловые и гидравлические электростанции неизбежно "привязываются" к определенным и вынужденным местам расположения: первые к месторождениям природного топлива /с целью максимального снижения расходов на транспортировку топлива или на сооружение газопроводов или нефтепроводов/, вторые - к местам наиболее удобного гидротехнического строительства. При этом наиболее экономически выгодные места сооружения обычных электростанций нередко не совпадают с местами наиболее целесообразного расположения потребителей энергии /промышленных предприятий и сопутствующих им населенных пунктов/.

19. Атомные электростанции в значительно меньшей степени "привязаны" к определенным местам расположения,

вследствие пренебрежимо малых расходов на транспортировку ядерного горючего. Другими словами, технико-экономические показатели атомных электростанций в значительно меньшей степени зависят от их места расположения. Следовательно, сооружение атомных электростанций может и должно производиться в местах наиболее целесообразного сооружения потребителей электроэнергии, что приводит к уменьшению масштабов электросетевого строительства. Это качество ядерной энергетики является особенно ценным для менее развитых стран, которые, как правило, имеют или могут иметь значительное число относительно небольших потребителей электроэнергии, к тому же расположенных на значительных расстояниях один от другого.

20. Таким образом развитие ядерной энергетики способствует облегчению освоения природных ресурсов в районах, неблагоприятных для обычного энергетического строительства.

21. Следует подчеркнуть, что атомная электростанция, независимо от того, какой тип реактора она использует, представляет собой лишь звено в общем топливном цикле ядерной энергетики. Возникновение и обязательное существование топливного цикла связаны с необходимостью регенерации отработавшего ядерного горючего, содержащего невыгоревшие делящиеся изотопы и плутоний и потому представляющего значительную ценность. Это одно из серьезных отличий ядерной энергетики от обычной тепловой энергетики, в которой топливо сжигается полностью, а отходы — зола, практически не имеют ценности. Примерные схемы двух из многих возможных топливных циклов / на природном и на обогащенном уране / представлены на рис. II и III. Все звенья этих топливных циклов / кроме атомной электростанции / являются собственными нуждами ядерной энергетики.

22. Организация топливных циклов является необходимой при широком развитии ядерной энергетики. Следовательно, к стоимости каждого киловатта электрической мощности атомной электростанции прибавляются затраты, связанные со строительством соответствующих предприятий топливного цикла / т.н. смежные капитальные затраты /.

23. Примерно аналогичное положение наблюдается и при строительстве обычных тепловых электростанций, к стоимости установленного киловатта которых прибавляются затраты на создание или расширение транспортных путей подвоза ископаемого топлива.

24. Величина смежных капитальных затрат для обычной энергетики зависит от конкретных условий и района расположения тепловой электростанции. Однако характерным является то, что она довольно велика и составляет от 60 до 100% от стоимости установленного киловатта тепловой электростанции. При этом она, естественно, тем выше, чем больше дальность транспортировки топлива и чем меньше единичная мощность электростанций.

25. Иное соотношение наблюдается у ядерной энергети-

ки. Вследствие весьма высокой энергоемкости ядерного горючего /малых его объемов/ затраты на его транспортировку пренебрежимо малы и удельные капиталовложения в предприятия топливного цикла существенно меньше, чем у тепловой энергетики.

В этом одно из перспективных экономических преимуществ ядерной энергетики при широком ее развитии.

26. Естественно, что создание замкнутого топливного цикла в каждой стране, даже располагающей запасами ядерного горючего, вряд ли целесообразно, а в странах, не обладающих необходимым научным и промышленным потенциалом, невозможно. Сотрудничество стран, объединенными усилиями которых могут быть решены вопросы создания и эксплуатации топливных циклов, могло бы содействовать развитию ядерной энергетики.

27. Различают два направления в создании атомных электростанций: "большую" и "малую" ядерную энергетику. Хотя разделение между ними условное, каждое из них имеет свою специфику.

28. Первое направление преследует цель создания мощных атомных электростанций /порядка несколько сотен Мвт/, экономические показатели которых наиболее благоприятны. Однако такие электростанции целесообразнее использовать для энергоснабжения преимущественно крупных промышленных комплексов. Строительство таких атомных электростанций, не говоря уже о их весьма высокой стоимости, требует хороших транспортных путей и средств для доставки на место громоздкого и тяжелого оборудования, специального строительного оборудования, предъявляет особые требования к площадке сооружения, вынуждает организовывать значительную зону отчуждения и, наконец, ведется в течение нескольких лет. Строительство таких электростанций под силу далеко не всем странам.

29. Второе направление охватывает диапазон электрических мощностей от нескольких тысяч киловатт до максимум нескольких десятков Мвт.

30. Хотя экономические показатели /удельная стоимость и стоимость электроэнергии/ таких электростанций, естественно, несколько хуже, чем у мощных атомных электростанций, строительство атомных электростанций малой мощности может оказаться технически и экономически весьма целесообразным тогда, когда решается вопрос об энергоснабжении отдаленного или труднодоступного пункта или небольшого промышленного центра. В этом случае малая атомная электростанция может оказаться незаменимой, поскольку расходы на нее могут оказаться меньшими, чем расходы, например, на строительство протяженной линии электропередачи и этот пункт/ не говоря уже о потерях электроэнергии/, или чем расходы, связанные с транспортировкой топлива в этот пункт в случае сооружения в нем тепловой электростанции.

31. Малая атомная электростанция в отличие от большой может быть изготовлена в виде компактных, транспортабельных и отлаженных на заводе блоков и собираться на месте сооружения в течение нескольких месяцев. Работы

по проектированию и созданию таких атомных электростанций показали, что они обладают надежностью и безопасностью, небольшим количеством обслуживающего персонала, их сооружение требует минимума строительных и монтажных работ и т.п. Наконец, большая потребность в таких электростанциях является хорошей основой для их серийного выпуска, что является необходимым условием достижения вполне приемлемых экономических показателей.

32. Немаловажным обстоятельством, говорящим в пользу применения малых атомных электростанций в менее развитых районах является то, что по их проектированию, строительству и эксплуатации ядерной энергетикой накоплен наибольший опыт.

33. Таковы, по нашему мнению, некоторые общие аспекты применения ядерной энергетик в менее развитых странах. Что же касается выбора типа реактора для атомной электростанции, то его решение зависит от конкретных условий /в том числе и от возможностей ориентации на тот или иной вид ядерного горючего в данной стране/. Каков бы ни был тип реактора /разумеется, из тех, относительно которых уже имеется опыт/ современная ядерная техника может гарантировать его достаточную надежность и безопасность. Экономические же и технические показатели реакторов могут быть проанализированы и в результате сопоставления различных проектов в каждом конкретном случае могут быть выбраны варианты, позволяющие наиболее рационально использовать природные ресурсы страны с наименьшей затратой труда и средств.

34. При любом варианте развития энергетик в менее развитых странах важнейшей предпосылкой является подготовка высококвалифицированных национальных кадров, способных выбрать наиболее эффективный для данной страны путь развития энергетик и могущие обеспечить строительство и эксплуатацию энергетических и других промышленных предприятий.